# ГЕОЛОГІЯ

УДК 553.495(477.6)

**А. И. Каталенец**

*ГВУЗ, Криворожский национальный университет,*
*Криворожский экономический институт*

## СТРУКТУРНАЯ И ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ УРАНОТОРИЕВОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ПРИАЗОВСКОГО МЕГАБЛОКА

**Рассмотрены генетические особенности развития и размещения ураноториевой минерализации, распределение урана и тория в зонах концентрации Приазовского мегаблока. Выделены главные его структуры, контролирующие размещение типов метасоматитов и связанных с ними рудопроявлений. Создана предварительная основа для выделения границ и площадей рудных районов.**
*Ключевые слова*: уран, торий , купольно-кольцевые структуры, метасоматоз, рудный район.

**Розглянуті генетичні особливості развитку та розміщення ураноторієвої мінералізації, її розподіл в зонах концентрації Приазовського мегаблоку. Виділені головні його структури, які контролюють розміщення типів метасоматитів та пов'язаних з ними рудопроявів. Створена попередня основа для виділення границь і площ рудних районів.**
*Ключові слова*: уран, торій, купольно-кільцеві структури, метасоматоз, рудний район.

**The genetic characteristics of development and placement uranium-thorium mineralization and distribution of their concentrations in Azov megablock areas are examined. The main structures of Azov megablock areas controlling of distribution of metasomatic types and ore occurrence related with them are set. Preliminary basis for the allocation of boundaries and areas of ore districts is created.**
*Key words*: uranium, thorium, dome-ring structures, metasomatism, ore district.

**Введение.** Мировые запасы урана практически наполовину сосредоточены в метаморфических и ультраметаморфических комплексах докембрийских щитов. Украинский щит (УЩ) в этом плане не является исключением. Его ресурсы в настоящее время оцениваются в 400 тыс. т. (более 20 месторождений). Они сосредоточены в Кировоградском, Центральноукраинском, Криворожском урановорудных районах. Особенности геологического строения этих месторождений рассмотрены в [1, 6].

**Постановка проблемы.** В восточной части УЩ (Среднеприднепровский (СМ), Приазовский (ПМ) мегаблоки) число выявленных, оцененных ураноториевых месторождений и обсуждений в печати, касающихся вопроса развития оруденения, ограничено. В связи с этим возникает научно-практическая проблема, связанная с установлением региональных особенностей, генетических типов оруденения, его структурного и временного размещения, разработкой поисковых критериев и признаков оруденения, выделением потенциально рудоносных районов и обоснования направлений поисковых работ на ПМ.

**Методика исследования.** В основу исследования положены данные по геологическому строению ПМ, структурный и литохимический контроль размещения уранотoриевых аномалий, проявлений и месторождений, типоморфные свойства минералов, фазовое распределение урана, тория. Вместе с этим были привлечены результаты исследований [2–5, 7 и др.].

**Обсуждение.** Приазовский мегаблок занимает восточную часть Украинского щита, которая ограничена на севере Днепровско-Донецкой (ДДВ), на юге – Азово-Черноморской впадиной. Восточная его граница проходит по Грузско-Еланчикской, западная – по Орехово-Павлоградкой зоне разломов. Детали тектонического строения ПМ приведены на рис. 1. Фазовое распределение урана и тория (кроме собственных минералов), а также уровень их содержания по разновидностям метасоматитов приведены в табл. 1, 2.

Тектономагматогенная серия структур ПМ включает такие группы: собственно купольно-кольцевые структуры граносиенитового комплекса и купольные или малые гранитоидные интрузии (каменномогильский тип) на востоке ПМ, Богдановский, Терсянский щелочные массивы на западе и линейный Черниговский массив в центральной его части. Последний из массивов приурочен к расколу-раздвигу дугообразной формы, где породы представлены гнейсами и кристаллосланцами архея. Переход их в карбонатитовый комплекс такой: биотито-амфиболовые гнейсы – пироксенсодержащие фениты – биотит - нефелиновые фениты – слюдиты – карбонатиты. В пределах зоны оруденения имеют место сиенито-пегматиты, щелочные ультрабазиты (мальтийгиты, пироксениты, оливиниты, горнблендиты), нефелиновые сиениты, фениты, карбонатиты. Основной состав метасоматических минералов приведен в табл. 1. Следует отметить наличие магнезиальных слюд, салита, катафорита, рихтерита, тремолита, биотита, лепидомелана, тетраферрифлогопита. Они характеризуются высокой степенью окисленности железа (коэффициент окисленности железа, $К_{ок}$= $Fe_2O_3$ / $Fe_2O_3$ + Fe O) и содержанием F соответственно: салит зоны фенитизации 0,71, 0,98%; рихтерит карбонатных прожилков 0,54, 1,71%; катафорит зоны нефелинизации 0,71, 0,68%; тремолит карбонатитов 0,68 , 1,23%; биотит жильных гранитов 0,30, 0,09%; лепидомелан миаскитов 0,64, 1,15%; биотит из биотито-амфиболовых пород 0,43, F = 0,44%; тетраферифлогопит из карбонатитов 0,65, F = 2,58%. В карбонатитах главными концентраторами лития, рубидия, цезия выступают слюды, бария (до 2000 г/т) и стронция (до 200 г/т) пироксены и слюды (Ва до 2000 г/т, Sr до 11800 г/т). Особенности малых купольных структур наведены в табл. 1, 2. В них наблюдается эволюция флюидов, которая в условиях изменения щелочности-кислотности протекала в несколько стадий: ранняя связана с микроклинизацией и альбитизацией, стадия кислотного и более позднего щелочного метасоматоза (сидерофиллит-кварц-полевошпатовые, мусковит-альбит-кварцевые грейзены) с флюоритом и алюмофторидами. Рудная нагрузка заключается в развитии редкометально-редкоземельной минерализации (циркон-редкоземельная, ниобий- танталовая, касситеритовая). Уровень содержания урана в данном типе структур изменчив: граниты – биотитовые 0,0010, роговообманковые 0,0022, биотито-альбит-микроклиновые 0,0022, биотито-альбит-микроклиновые 0,0100, альбитизированные 0,0017, альбититы 0,0004-0,0016, окварцованные 0,0004%.

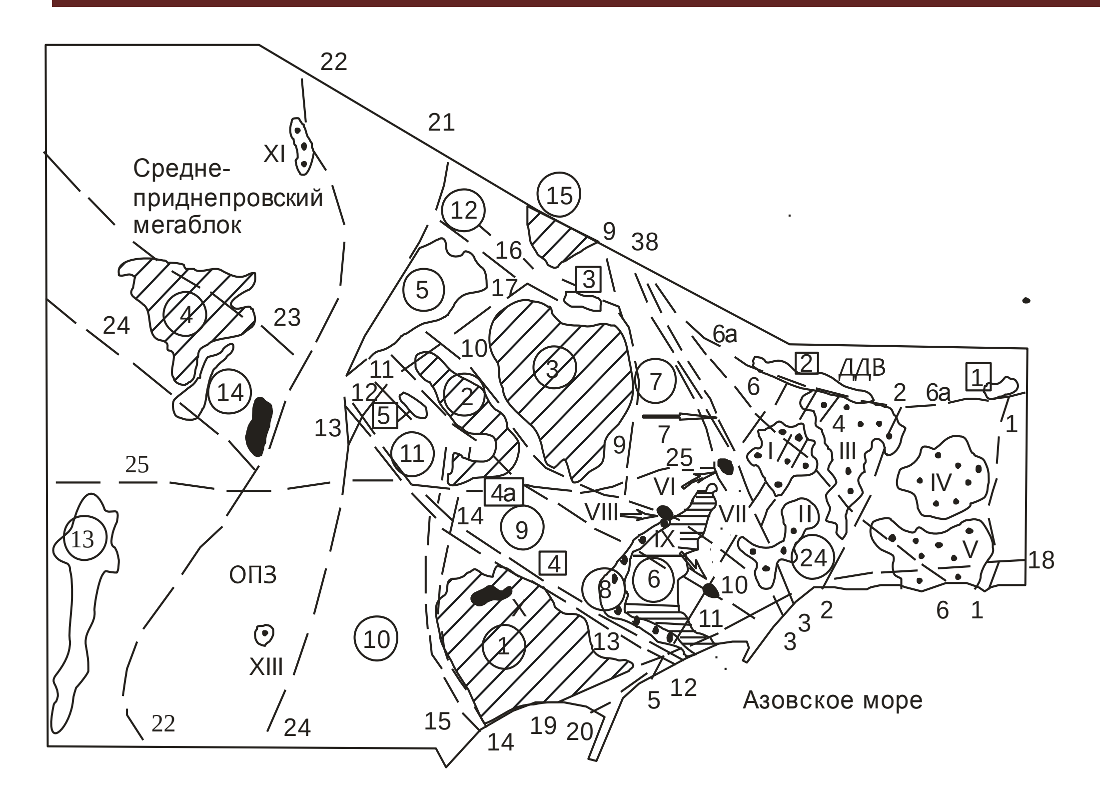



**Рис. 1. Схематическая карта размещения главных структур Приазовского мегаблока Украинского щита:**

Разломы: *1 – Грузско-Еланчикский; 2 – Кальмиусский; 3 – Малоянисольский; 4 – Донской; 5 – Володарский (Ольгинский); 6 – Криворожско-Павловский; 6а – Южнодонбасский; 7 – Павловский (Новопавловский); 8 – Куйбышевский; 12 – Николаевский; 13 – Сорокинский; 14 – Черниговский; 15 – Корсакский; 16 – Федоровский (Северный); 17 – Оперяющий; 18 – Хомутово-Ростовский; 19 – Бердянско-Мариупольский; 20 – Лозоватский; 21 – Западноприазовский; 22 – Орехово - Павлоградский; 23 – Днепродзержинский; 24 – Хортицкий; 25 – Конкско-Зачатьевский*

II. Тектонометаморфогенные (цифры в кружках). а) Гранитогнейсовые раннего заложения и кратонизации*: 1 – Салтычанский (Елисеевский); 2 – Гуляйпольско-Куйбышевский; 3 – Куйбышевско-Федоровская; 4 – Запорожский; 15 – Краевой.* б) Валообразные структуры*: 5 – Новониколаевская; 6 – Стародубовская 1 (эндербит-плагиогранитная).* в) Зоны завершенной складчатости: *7 – Центральноприазовская включает территорию Восточного Приазовья и Сачкинскую структуру; 8, 9 – Белоцерковско-Сорокинскую; 10 – Корсакская структура; 11 – Гуляйпольская; 12 – Северная (Волчанский выступ); 13 – Белозерская (включая Переверзевский район); 14 – Конкская.*

III. Грабенообразные структуры (цифры в квадратах): *1–Покрово-Киреевская; 2 –Волновахская вулкано-осадочная депрессия; 3 – Федоровско – Шевченковская; 4 – Сорокинская; 4а – Куйбышевская; 5 – Гуляйпольская.*

Тектономагматические позднего заложения (купольно-кольцевые и купольные): *I– Октябрьская (Хлебодаровско-Октябрьская); Южнокальчикская (Володарская и Кременевская); III–Кальмиусская; IV – Греково- Александровская; V – Тельмановская; VI – Екатерининская; VII – Малоянисольская; VIII – Камменномогильская; IX – Стародубовская 2 (субщелочных роговообманковых гранитов); X – Салтычанская( сфен-ортитовых гранитов); XI – Терсянская; XII – Щербаковская (альбит-микроклиновые граниты); XIII – Богдановская.*

*Таблица 1*

**Содержание урана и тория в метасоматических зонах главных структур Приазовского мегаблока**

| Структуры, минеральний состав | Породный состав, содержание % | |
|---|---|---|
| | уран | торий |
| 1 | 2 | 3 |
| I. Структуры расколов-раздвигов (Черниговский дугообразный разлом).<br>Состав карбонатитов: кальцитовых- эгирин - салит, биотит, эденитовая роговая обманка, апатит, сфен, циркон, колумбит, пирохлор, ильменит, магнетит, сульфиды, графит; оливин – кальцитовых- флогопит, диопсид, эгирин-салит, апатит, магнетит, циркон, ильменит, монацит, гатчеттолит или пирохлор, сульфиды; доломитовые и допомит-кальцитовых- оливин, флогопит, магнетит, апатит, бадделеит, фергусонит с церием, колумбит, монацит, гетчеттолит, карбоцерноит, ганит, сульфиды. | карбонатиты | |
| | 0,0150–0,1510 | 0,0260–0,1275 |
| | пироксениты | |
| | 0,0080–0,0100 | 0002–0,0084 |
| | сиениты | |
| | 0,0050–0,1160 | 0,0008–0,0033 |
| | альбититы | |
| | 0,0008–0,0137 | – |
| | слюдиты | |
| | 0,0008–0,0420 | – |
| | кора выветривания карбонатитов | |
| | 0,0060–0,0800 | 0,0002–0,0084 |
| | пески | |
| | 0,0370–0,0150 | 0,0010–0,0030 |
| | слюдиты | |
| | 0,0002–0,0244 | 0,0003–0,0040 |
| | глины | |
| | 0,0150 | – |
| II. Центрофокальные (купольно-кольцевые) структуры. Минеральная ассоциация пород: альбит, мусковит, кварц, калишпат, амазонит, биотит, флюорит.<br>Метасоматиты содержат уранинит, но больше торит и (монацит, ксенотим, протолитионит, колумбит, циркон, циртолит, топаз, турмалин, берилл, гранат, магнетит, флюорит, рутил). Олово представлено в изоморфной форме (слюда, тантало-ниобаты) и касситеритом. | Серпентинизированный пироксенит на контакте с альбититом | |
| | 0,0140 | 0,0527 |
| | Серпентинизированный пироксенит с флогопитом, амфиболом, карбонатом | |
| | 0,0136–0,0951 | 0,0008–0,0128 |
| | серпентинит на контакте с мариуполитом | |
| | 0,00616–0,0951 | 0,0008–0,0128 |
| | пироксенит | |
| | 0,0002–0,0116 | 0,0002–0,0114 |
| | мариуполит | |
| | 0,0013–0,0321 | 0,0016–0,0136 |
| | мариуполит (зерна нефелина замещаются либенеритом) | |
| | 0,0009–0,0040 | 0,0008–0,0280 |
| | альбититы с пирохлором, бритолитом | |
| | 0,0002–0,0125 | 0,0017–0,0172 |
| | микроклин-нефелиновый пегматит | |
| | 0,0010–0,0190 | 0,0005–0,0013 |
| | сиенит альбитизированный с пирохлором | |
| | 0,0089–0,0099 | 0,0026–0,0033 |
| | сиенит альбитизированный с цирконом, пирохлором, биотитом, ильменитом, пирит | |
| | 0,0024–0,0248 | 0,0039–0,0488 |

*Продолжение табл. 1*

| 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|
| | рудная зона в толще пироксенитов, граносиенитов с карбонатами, пиритом, пирротином, халькопиритом, сфеном | |
| | 0,0002–0,0407 | 0,0021–0,073 |
| | зона развития мариуполитов с пирохлором, цирконом и альбитизированных сиенито-пегматитов | |
| | 0,0002–0,0125 | 0,0027–0,0272 |
| | сфен- амфибол-биотитовые метасоматиты | |
| | 0,0004–0,0033 | 0,0056–0,0258 |
| | амфибол-биотитовые метасоматиты | |
| | 0,0003–0,0155 | 0,0008–0,0514 |
| | альбит-микроклин-биотитовые метасоматиты | |
| | 0,0025–0,0145 | 0,0020–0,0070 |
| | сиенит щелочной с амфиболом | |
| | 0,0057 | 0,0021 |
| | кварцевый сиенит | |
| | 0,0004–0,0011 | 0,0226–0,0702 |
| | сиенит-пегматит | |
| | 0,0103 | 0,0029 |
| | зона фенитизации в плагиогранитах | |
| | 0,0003–0,0057 | 0,0020–0,0030 |
| III. Структуры, контролирующие размещение тел пегматитов. Минеральный состав: уранинит, торит, малакон, циртолит, танталониобаты, турмалин, гранат, берилл, касситерит ± ганит, циркон, ортит, монацит, ксенотим | граниты альбитизированные жилоподобные с турмалином и пиритом | |
| | 0,0033–0,0093 | 0,0006–0,0023 |
| | Мигматиты и в них зона катаклаза с карбонатом, хлоритом | |
| | 0,0008–0,0142, | 0,0002–0,0012 |
| | граниты мясокрасные жильного типа в обрамлении структуры | |
| | 0,0050–0,0070, | 0,0010–0,0020. |
| | катаклазиты в биотито-амфиболовых гнейсах | |
| | 0,0009–0,0029 | 0,0008–0,0020 |
| | слюдистая зона контакта кварцево-биотитовых кристаллосланцев с пегматитами | |
| | 0,0002–0,0244, | 0,0003–0,0040 |
| | пегматит с альбитом на контакте с кристаллосланцами | |
| | 0,0008–0,0709, | 0,0007–0,0430 |
| | пегматит кварц-альбит - микроклиновый с гранатом и турмалином | |
| | 0,0017–0,0262 | 0, 0017–0, 0295 |
| | пегматиты кварц-альбит - мусковит-сподуменовые среди кристаллосланцев | |
| | 0, 0008 | 0, 0046 |
| | пегматиты | |
| | 0,0002–0,0760 | 0,0003–0,0040 |
| | слюдит | |
| | U=0,0067–0,0244, | 0,0003–0,0007 |
| | зона дробления с карбонатно-слюдистым заполнением | |
| | 0,0009–0,0140, | 0,0009–0,3680 |

*Окончание табл. 1*

| 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|
| | альбитизированный пегматит | |
| | 0,0024–0,0195 | 0,0003–0,0010 |
| | карбонатизированные кварц-биотитовые сланцы | |
| | 0,0034 | 0,0090 |
| | гранит на контакте с пегматитами | |
| | 0,008–0,0161 | 0,0007–0,0043 |

*Таблица 2*

**Содержание урана и тория в минералах рудопроявлений Приазовского мегаблока (использованы данные Л. Ф. Лавриненко, Е. И. Литовченко, В. И. Павлишина, Е. Я. Марченко, А. И. Чашки, И. Д. Царовского и др.)**

| № | Минерал | Породный комплекс, содержание,% | |
|---|---|---|---|
| | | уран | торий |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | бадделеит | карбонатиты | |
| | | $U_3O_8$ = 0,03–0,05 | $ThO_2$ = 0,09–0,16 |
| 2 | фергусонит | карбонатиты | |
| | | $U_3O_8$ =1,01–1,28 | $ThO_2$ = 0,50–0,90 |
| 3 | гетчеттолит | карбонатиты | |
| | | $U_3O_8$ =7,45–11,98 | – |
| 4 | апатит | карбонатиты | |
| | | – | Th $O_2$ = 0,52–1,92 (среднее1,245) |
| 5 | колумбит | карбонатиты, метосоматит | |
| | | U $O_2$ = 0,00–0,19 | – |
| II. Ценрофокальные (купольно-кольцевые) структуры восточной и западной части Приазовского мегаблока | | | |
| 6 | ниоботанталит в ассоциации с торитом | граниты каменно-могильского типа, грейзенизированные | |
| | | $U_3O_8$ =0,03 – 0,05 | – |
| 7 | фергюсонит | на контакте пегматитов и щелочных пород | |
| | | U $O_2$ =1,50 | Th $O_2$ = 0,00, $WO_3$ =1,4 |
| 8 | сфен | альбитит | |
| | | – | Th = 0,01 – 0,10 |
| 9 | пирохлор | мариуполит | |
| | | U $O_2$ =1,38–3,00 $U_3O_8$=1,36 –11,98 | Th $O_2$ = 0,00–0,44,Th $O_2$ = 0,25–1,65 |
| 10 | | Измененные граниты каменномогильского типа | |
| | пирохлор | U $O_2$ = 0,20–0,22 | Th $O_2$ = 0,20–0,26 |
| | ортит | – | Th = 0,40 |
| | апатит | – | Th = 1,40 |
| | колумбит | U = 0,29 | Th = 0,45 |
| 11 | апатит | нефелиновый сиенит, фениты | |
| | | – | Th $O_2$ = 0,50 –5,25 |

*Продолжение табл. 2*

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|
| 12 | гатчеттолит | мариуполит | |
| | | $U O_3$ = 1,00 | $Th O_2$ = 1,50 |
| 13 | апатит | гранитоды | |
| | | – | $Th O_2$ = 0,44–2,04 |
| 14 | циркон | мариуполит | |
| | | | |
| 15 | монацит | гранит | |
| | | $U_3O_8$ = 0,00–0,60 | $Th O_2$ = 3,04–11,96 |
| 16 | бритолит | мариуполит | |
| | | – | $Th O_2$ = 1,93 |
| 17 | чевкинит | мариуполит | |
| | | $U O_2$ =1,90 | $Th O_2$ = 0,10–1,93 |
| 18 | ринколит | мариуполит | |
| | | – | $Th O_2$ = 0,48 |
| Структуры, контролирующие размещение тел пегматитов | | | |
| 19 | бетафит | пегматит | |
| | | $U O_2$ = 18,43 | $Th O_2$ = 0,895 |
| 20 | ильменорутил | пегматит | |
| | | U = 0,10–0,30 | – |
| 21 | тапиолит<br>Кок - железа в минерале 0,30-0,44.<br>SnO=0.46-1,12 | пегматит | |
| | | $U_3 O_8$ = 0,28–0,37 | – |
| 22 | ксенотим | пегматит | |
| | | $U_3O_8$ = 1,62 | $Th O_2$ = 1,20 |
| 23 | колумбит | пегматит | |
| | | $U O_2$ = 0,00–1,14 | – |
| 24 | ниоботанталит | пегматит | |
| | | $U O_2$ = 0,00–0,24 | – |
| 25 | приорит | пегматит | |
| | | $U_3O_8$ =1,99–5,01 | $Th O_2$ =1,38–1,62 |
| 26 | пирохлор | пегматит | |
| | | $U O_2$ =0,00-8,00, $U O_3$=6,28-17,51 | $Th O_2$ = 2,54–11,76 |
| 27 | самарскит,<br>в минерале Кок - железа 0,40 | пегматит | |
| | | $U_3O_8$ = 3,89 | $Th O_2$ = 2,88 |
| 28 | гидросамарскит<br>в минерале Кок - железа 0,78 | пегматит | |
| | | $U_3O_8$ =11,71 | $Th O_2$ = 0,00 |
| | приазовит | пегматит | |
| | | $U O_2$=0,00–8,00,<br>$U O_3$ = 6,38–13,93 | $ThO_2$ = 0,60–2,00 |
| 29 | монацит | пегматит | |
| | | $U_3O_8$ = 0,11–040 | $Th O_2$ = 3,04–10,84 |
| 30 | эльсвортит | пегматит | |
| | | $U_3O_8$ =1,03–13,77 | $Th O_2$ = 0,00 |
| 31 | апатит | пегматит | |
| | | – | $Th O_2$ = 0,12–053 |
| 32 | самирезит | пегматит | |
| | | $UO_2$ = 8,00, $UO_3$ = 17,51 | $Th O_2$ = 0,54 |
| 33 | апатит | гранит | |
| | | – | $ThO_2$ =0,10–0,62 |
| 34 | ортит | гранит | |
| | | – | $ThO_2$ = 0,89–2,00 |

*Окончание табл. 2*

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|
| 35 | Ортит, район южного продолжения Черниговского разлома, салтычанский, токмакский, обиточенский комплекс гранитов | альбит-эпидотивные метасоматиты | |
| | | – | $ThO_2$ = 0,47, в биотитизированных гранитах 0,89 |
| 36 | сфен | граниты анадольские | |
| | | – | Th $O_2$ = 0,44 |
| 37 | ринколит | нефелиновый сиенит, Покрово-Киреевская структура | |
| | | 0,029–1,30 | 0,005–0,12 |
| 38 | апатит | граносиенит | |
| | | – | Th $O_2$ = 2,04 |
| 39 | апатит | граниты | |
| | | – | $ThO_2$ = 0,10–1,65 |

Купольно-кольцевые структуры сиенитового комплекса ПМ (фойяиты, нефелиновые сиениты, щелочные пегматиты, граниты, ультраосновные и основные породы) характеризуются стадийным щелочным метасоматизмом (мариуполитизация, альбитизация, ослюдинение, развитие щелочных темноцветных минералов, калишпатизация, нефелинитизация, канкринитизация, содалитизация, цеолитизация, флюоритизация). Фазовое распределение урана и тория (кроме собственных минералов) и уровень их содержания по разновидностям метасоматитов приведены в табл. 1, 2.

В структурах размещения пегматитов (табл. 1, 2) выражен полистадийный метасоматизм в условиях направленного падения температуры, давления и активным приносом K, Na,Ta, Nb, Li, Rb, Cs, Sn, U, Th, Be, TR, менее F и других элементов с образованием их минералов-концентраторов. Пегматиты по геолого-промышленному признаку относятся к безрудным, поллуцитовым, сподумен - поллуцит - лепидомелановым, редкоземельным типам. В специализации пегматитов на радиоактивную минерализацию можно выделить уранинит-касситеритовую, уранинит- ксенотимовую и смешанную их группы.

Складчатые структуры, контролирующие размещение железорудных полей и месторождений.

Породы метаморфического комплекса в этих структурах, в том числе и железорудной формации, претерпели регрессивные преобразования за счет энергии и вещества палингенно-метасоматического процесса. Он охватывает период формирования чарнокитов, плагиоклаз-микроклиновых гранитов, аляскитовых, аплит-пегматоидных гранитов и сиенитов. В метаморфической толще имеют место локальные продукты изменений: кислотного выщелачивания, калишпатовые, кварц-полевошпатовые, альбитовые, эпидот-альбитовые; кроме этого, родонитовые со спесартином, кварц - пирротиновые, сидерит-магнетит-кварцевые, биотитовые и роговообманково-биотитовые, обогащенные сульфидами и апатитом ($P_2O_5$ = 0,60–1,15%); следует отметить наличие кварц-пирротиновых со сфеном, цирконом, молибденитом, пиритом, сфалеритом; биотит-пирротин-гранатовые метасоматиты с пиритом, кварцем, сфалеритом, галенитом, арсенопиритом, монацитом, цирконом, апатитом, турмалином; известковистые и магнезиальные скарны (диопсид со скполитом, шпинелью, амфиболом, флогопитом). В зонах проявления радиоктивой минерализации развиты метасоматиты: магнетито-хлоритовые с разложенным радиоактивным минералом (уранинит(?)), апатитом, пиритом,

цеолитами; кварцево-микроклин-альбитовый метасоматит с биотитом, роговой обманкой, пироксеном, апатитом, цирконом, ортитом, хлоритом, карбонатом; кварцевый альбитит с хлоритом, радиоактивным сфеном, лейкоксеном, магнетитом, пиритом; слабоизмененные кварцево - биотит - полевошпатовые гранитоиды с цирконом; измененные микроклин- кварц - олигоклазовые граниты с биотитом, серицитом, пиритом, уранинитом, урановой чернью, цирконом, циртолитом; измененные плагиограниты (биотито-плагиоклазо-кварцевые) с решетчатым микроклином, серицитом, гидрослюдой, хлоритом, пиритом, гематитом, лейкоксеном, циртолитом, уранинитом, урановой чернью и сорбциями урана на пирите; альбитизированные, окварцованные граниты с микроклином, хлоритом, мусковитом, гидроокислами железа, цирконом, циртолитом, реже эпидотом, гематитом; окварцованный плагиогранит (квац-олигоклазовый) с биотитом, мусковитом, карбонатом, глинистым веществом, торитом, урановой чернью, малаконом, пиритом, молибденитом; микроклинизированный плагиогранит (кварц + плагиоклаз + решетчатый микроклин, замещающий плагиоклаз с биотитом, серицитом, мусковитом, пиритом, уранинитом (испытывает выщелачивание), настураном, апатитом, лейкоксеном, урановой чернью, цирконом, галенитом, карбонатом, каолином; плагиогранит (кварц-биотит-плагиоклазовый) карбонатизированный, серцитизированный, содержит решетчатый микроклин, сургучно-красный до черного цвета биотит, фосфоторит, торит, монацит, малакон, апатит; кварц-олигоклазовый гранит с решетчатым микроклином, густо-коричневым биотитом, серицитом, мусковитом, карбонатом, апатитом, цирконом, малаконом, монацитом, торитом, ортитом; кварц - хлоритовые с глаукофаном, хлорит-кварцевые метасоматиты с реликтами амфибола, пироксена, гидроокислами железа, уранинитом, коффинитом (?), лейкоксеном, апатитом, карбонатом, органикой. Следует отметить метасоматиты с хлоритом, окварцованные, хлоритизированные граниты среди кварцево-хлоритовых метасоматитов с пертитовым и решетчатым микроклином, эпидотом, гидроокислами железа, гематитом, пиритом, урановой чернью. Хлориты с реликтами амфибола, мартитом, гидроокислами железа, гематитом, лейкоксеном, апатитом, урановой чернью, разрушенным уранинитом; альбитит кварцевый с хлоритом, биотитом, микроклином, пиритом, апатитом, радиоактивным сфеном, лейкоксеном; магнетит-гематитовые железистые образования с хлоритом, цеолитами, апатитом, карбонатом [5].

В отмеченных аномальных зонах минерализации характерны: $Na_2O$ = 0,10–5,83; $K_2O$ = 0,12–8,88; Si = 5,0–15,0; Al = 3,0–10,0; Ti = 0,005–0,3; Mn = 0,05–0,30; Ca = 0,03–6,0; Mg = 1,0–3,0; Fe = 0,20–10,00; S = 0,0010–1,07; P = 0,0010–0,0150; U =0,0008–0,133; Th = 0,0002–0,0102; Zr = 0,0002–0,0044; Sc = 0,0008–0,0010; Nb = 0,0010–0,0020; Ta = 0,0000–0,0012; La = 0,0003–0,0010; Ce = 0,0050–0,007; Y = 0,0006–0,0030; Yb = 0,0002–0,0040; Ga = 0,0001–0,0002; Ge = 0,0001–0,0003; Mo = 0,0002–0,090; Sn = 0,0003–0,0009; Pb = 0,0020–0,0106; Ni = 0,0060–0,0300; V= 0,0020–0,0095; Zn = 0,0050–0,0100; Cr = 0,0030–0,0600; Ba = 0,0300–0,1500; Sr = 0,0090–0,2000.

В метаморфической толще ПМ следует отметить и такие зоны минерализации: кварц - микроклин - альбитовые по основным кристаллосланцам с реликтами пироксена, амфибола содержащие хлорит, биотит, апатит, циркон, ортит, пирит- кварцевый альбитит с хлоритом, биотитом, микроклином, пиритом, апатитом, радиоактивным сфеном, лейкоксеном; роговообманково-биотитовые и

биотит-роговообманковые с апатитом (до 30 %), цирконом, сульфидами (до 15%), хлоритом, магнетитом, микроклином, плагиоклазом, шпинелью в магнетите среди железистых кварцитов; роговообманковые и биотит-роговообманковые с сульфидами, тетраферрибиотитом, хлоритом, карбонатом, актинолитом, плагиоклазом, микроклином, цирконом среди железистых кварцитов; практически мономинеральные тетраферрибиотитовые, рибекитовые и смешанные, а также грюнерит-рибекитовые, грюнерит-тетраферрибиотитовые с магнетитом, плагиоклазом, карбонатом среди железистых кварцитов; кварц-биотит-пирротин-гранатовые метасоматиты с силлиманитом, пиритом, апатитом, монацитом. Аномальные зоны минерализации имеют такие значимые элементы (%): $Na_2O$ = 0,10–5,83; $K_2$ O = 0,12–8,88; Si = 5,0–15,0; Al = 3,0–10,0; Ti = 0,005–0,3; Mn = 0,05–0,30; Ca = 0,03–6,0; Mg = 1,0–3,0; Fe = 0,20–10,00; S = 0,0010–1,07; P = 0,0010–0,0150; U = 0,0008–0,133; Th = 0,0002–0,0102; Zr = 0,0002–0,0044; Sc = 0,0008– 0, 0010; Nb = 0,0010–0,0020; Ta = 0,0000–0,0012; La = 0,0003–0,0010; Ce = 0,0050–0,007; Y = 0,0006–0,0030; Yb = 0,0002–0,0040; Ga = 0,0001–0,0002; Ge = 0,0001–0,0003; Mo = 0,0002–0090; Sn = 0,0003–0,0009; Pb = 0,0020–0,0106; Ni = 0,0060–0,0300; V= 0,0020–0,0095; Zn = 0,0050–0,0100; Cr = 0,0030–0,0600; Ba = 0,0300–0,1500; Sr = 0,0090–0,2000.

Метасоматиты в биотито-амфиболовых гнейсах: Ba = 0,250, Sr = 0,050, Zr = 0,015, Be = 0,001, Sc = 0,003, Pb = 0,001, V= 0,010, Cr = 0,030, Ni = 0,012, Cu = 0,003, Ni = 0,012,Co = 0,001, La = 0,006, Y = 0,004, Zn = 0,020, Sr/ Ba = 0,20; биотититы Ba = 0,200, Sr = 0,040, Zr = 0,020–0,012, Pb = 0,003, V= 0,007, Cr = 0,003 Cu = 0,003, Be =0,001 La = 0,006, Y= 0,004, Zn = 0,100, Sr/ Ba = 0,50;

Метасоматитаты гранат-сульфидно-биотитового состава: Ba = 0,050, Sr = 0,030, Zr = 0,010, V= 0,010, Cr = 0,005, Ni = 0,002, Cu = 0,006, Y= 0,003;

Метасоматиты в биотито-амфиболовых гнейсах: Ba = 0,250, Sr = 0,000, Zr = 0,010, Pb = 0,002, V= 0,010, Cr = 0,005, Ni = 0,012, Cu = 0,003, Ni = 0,012, Co= 0,001, La = 0,040, Zn = 0,020, P = 015;

Для метасоматитов в графит-гранат-биотитовых гнейсах характерно низкое значение $K_{ок.}$= 0,088–0,442 и высокое содержанием: $C_{орг.}$= 0,28–15,57, S = 0,12–2,24, Rb = 0,059–0,326, Cs = 0,002–0,008, Li = 0,008–0,030, F= 0,02–0,09 (%) при наличии прямой связи содержания Rb и Cs (Li, $K_2$ O), а также $V_2$ $O_5$ и $C_{орг.}$ (S). Содержание других элементов имеют такие пределы колебаний (%): P= 0,009–0,100; Ba = 0,025–0,100, Sc = 0,0008–0,0010, Zr = 0,0050–0,0500, Pb = 0,0010–0,0030; Ni = 0,0020–0,0200; Zn = 0,0040–0,0250, Cu = 0,001–0,0100, Mo = 0,0005–0025, La = 0,0020–0,0063, Yb = 0,0001–0,0002, Y= 0,001–0,002, Ce = 0,0008–0,0032, Nb = 0,0001–0,0025. Содержание элементов в зоне максимального содержания Li, Rb такое: Mn = 0,050, Ba = 0,080, Be = 0,0001, Zr = 0,005, Pb = 0,002, V = 0,010, Cr = 0,015, Ni = 0,005, Co = 0,001, Cu = 0,003, Nb = 0,002, Zn = 0,005, La = 0,0063, Yb = 0,0001, Y= 0,0012, Ce = 0,010, P = 0,063. Химический этих метасоматитов (вес. %): $SiO_2$ = 62,68, $TiO_2$ = 0,42, $Al_2O_3$ = 16,13, FeO = 6,46 , $Fe_2O_3$ = 0,53, MnO = 0,05, $P_2O_5$ = 0,063, CaO = 3,72, MgO = 2,90, $K_2O$ = 2,90, $Na_2O$ = 2,95, S = 0,28, $SO_3$ = 0,03, CoO = 0,02, NiO = 0,009, $Cr_2O_3$ = 0,05, $H_2O^+$ = 1,23, $CO_2$ = 0,04, $C_{орг.}$ = 0,3. Радиоактивность в таких породах несколько превышает обычный фоновый уровень, очевидно, она обусловлена содержанием Rb и $K^{40}$ .

В зонах кислотного выщелачивания и ощелоченных железистых кварцитов содержание радиактивных элементов изменчивое. Например, в биотито - андалузит - мусковитовых сланцах содержание U = 0,0022–0,0045, Th = 0,0034–0,0042%, трещиноватые микроклинизированные и сульфидизированные вторичные

кварциты U = 0,0004–0,1530, Th = 0,0004–0,0121%, а в тектонической зоне с сульфидами, серицитом U = 0,0140%. В гранат-биотит-амфиболовых метасоматитах среди железистых кварцитов U = 0,0001–0,0004, Th = 0,0. Радиоактивная минерализация в них приурочена к участкам интенсивной тектонической переработке пород и проявления гематитизации, сульфидизации, каолинитизации, карбонатизации. Полезная минерализация представлена кффинитом, уранинитом, цирконом, монацитом, ксенотимом, ильменорутилом, апатитом, рутилом. Поэлементный состав зоны оруденения (в порядке убывания): Si, Ba, Al, Ti, Fe, Ce, Zr, La, Mп,Y, Nb, Ca, Pb, P, Mg, Li, U, Th, Mo, Sn, Be. На участках полевошпатовых кварцитов прослеживается увеличение Y, Yb, Bi, Mo, Sn. Отдельную группу представлют урановоториевые проявления экзогенного характера, которые приурочены к палеозойской и кайнозойской рудоконтролирующим тектоно-экзогенным сериям структур. Она включает субаэральный тип (пенеплен или коры выветривания, денудационные, озерно-болотные впадины и котловины, континентальные мелководные бассейны) на территории, прилегающей к коренным источникам ураноториевых проявлений, а также структуры субмаринного типа (прибрежно-морские трансгрессивно-регрессивных циклов девона и, возможно, карбона на сопряжении ПМ и ДДВ). Первая группа тяготеет к бучакским образованиям в депрессиях размером до 3 на 10 км. В их основании могут залегать продукты коры выветривания, которые переходят в галечники или грубоокатанные отложения, грубозернистые пески, сменяемые затем переслаиванием тонкозернистых песков, глин, с углистым веществом, прослоями углей. Мощность аномальных зон достигает 10 м. Расстояние переноса вещества от коренных источников по предварительным данным оценивается до 5 км. Содержание U аномальных участков колеблется в пределах 0,0003–0,0110%, Th = 0,0009–0,0077%. В продуктах кор выветривания на коренных источниках вещества U = 0,0003–0,0016%, Th = 0,0008–0,0221%.

**Выводы.** Распределение урана и тория в зонах оруденения рассмотренных структур таково: собственные минералы, изоморфная примесь в ассоциирующих с ними минералах или включения первых в последних. Ураноториевая минерализация ПМ характеризуется генетической (парагенетической) сопряженностью с минеральными ассоциациями экзогенного характера и метасоматитов. Последние обусловлены пространственной и временной стадийностью поступления и изменения PTX-условий растворов (в том числе повышение летучести кислорода) в рамках структур сосредоточения потока. Эти структуры имеют региональный и локальный ранг. К первым относятся протерозойские купольно-кольцевые (сводово-глыбовые) поднятия в районах малой мощности коры и линейные структуры типа расколов- раздвигов в районах с повышенной ее мощностью с развитым дифференцированным щелочным комплексом пород. Вторые или локальные структуры связаны с периодом внедрения и становления интрузивов этого комплекса, которые представлены ранними протоинтрузивными (расслоенность в щелочно-основных массивах, остаточные и кристаллизационные в гранитах, граносиенитах), позднеинтрузивными (контракционные, кливажные трещины), разломами. Отдельную группу структур представляют зоны син- и позднемагматических разломов (зоны катаклаза, милонитизации, дилатансии, брекчирования, рассланцевания), контролирующие проявления калинатрового, щелочно-карбонатного, сульфидно-карбонатного, фторного метасоматоза на площади

развития щелочного магматизма (рудопроявления Азовское, Петрово-Гнутово, Дружба и др.). Сюда можно отнести нефелин-плагиоклаз-калишпатовые метасоматиты среди карбонатных пород метаморфического комплекса, находящегося в приконтактных разломах магматогенных структур щелочного комплекса (Старокрымское, Мариупольское железорудные поля и др.).

Иную генетичекую группу структур представляют грабенообразные структуры и тектонические зоны среди метаморфических толщ, в том числе железорудной формации. Они контролируют размещение пегматитов и проявления щелочного калинатрового метасоматоза, не имеющих связи с конкретными телами магматитов. Сюда входят: деформированные складчатые структуры раннего заложения, контролирующие размещение железорудных полей и локальные зоны делатансии, катаклаза, милонитизации, рассланцевания, межслоевого проскальзывания; локальные разрывы с перемещением, особенно в структурах с опрокинутыми крыльями, выведенным шарниром на более высокие гипсометрические уровни (Сергеевская, Куксунгурская, Корсакская, Старокрымская, Сачкинская, Сорокинская, Гуляйпольская, Федоровская, Дибровская, Волчанская, Северотерсянская, и др.). Кроме того на ПМ имеют место структуры тектоно-экзогенной серии субаэрального типа, а также структуры субмаринного типа (прибрежно-морские трансгрессивно-регрессивных циклов девона, возможно, карбона на границе ПМ и ДДВ).

## Библиографические ссылки


1. **Белевцев Я. Н.** Генетические типы и закономерности размещения урановых месторождений Украины / Я. Н. Белевцев, В. Б. Коваль, А. Х. Бакаржиев и др. – К.: Наук. Думка, 1995. – 396 с.
2. **Донской А. Н.** Геохимия и минералогия ниобия и тантала щелочных пород Украинского щита / А. Н. Донской, О. П. Шаркин // Геохимия и рудообразование. – К.: Наукова думка, 1992. – Вып. 19. – С. 118–136.
3. **Ефимов А. Ф.** Типоморфизм породообразующих темноцветных минералов щелочных пород / А. Ф. Ефимов. – М: Наука,1983. – 255 с.
4. **Загнито В. Н.** Изотопная геохимия карбонатных и железисто-кремнистых пород Украинского щита / В. Н. Загнито, И. П. Луговая. – К.: Наукова думка, 1989. – 316 с.
5. **Каталенец А. И.** О редкометальном оруденении Новоукраинского рудного поля (Западное Приазовье) / А. И. Каталенец, В. Б. Коваль // Збірник наукових праць Національного гірничого університету. – Дніпропетровськ: НГУ, 2009. – Т.1. – № 33. – С. 21–32.
6. **Кулиш Е. А.** Урановые руды мира. Геология, ресурсы, экономика / Е. А. Кулиш, В. А. Михайлов. – К.: НАН Украины, КНУ им. Тараса Шевченко, 2004. – 277 с.
7. **Литовченко Е. И.** Гранитные пегматиты Западного Приазовья. – К.: Наукова думка,1976. – 130 с.


*Надійшла до редколегії 04.03.2014 р.*